

## Chapter 1:-1

### 1 What is the Internet?

هناك عدة طرق لتعريفها:-

#### 1. "A nuts and bolts" View:-

is a Computer Network that interconnects hundreds of millions of computing.

#### main Component of Computer Network:- (الرجوع 1-4)

- millions of connected computing devices.
- hosts = end systems
- running network apps.
- Communication links (media).
- wire (fiber, copper)
- wireless (radio, satellite).
- packet switches.

عبارة عن مجموعة من الـ routers و switches (تجهيز البيانات).

- Interconnected ISPs (Internet services provider).
- مزود خدمات الإنترنت من شركات.

- protocols control.

sending and receiving of data

like: TCP/IP/HTTP/skype.

- Internet standards.

RCP: Request for Comments protocol

IETF: Internet Engineering Task Force

يقوم بتطوير شبكات الإنترنت وتحسينها.

#### 2. "A 'service Description" View:-

يمكن وصف الإنترنت أيضاً من خلال البنية التحتية التي تقدم خدمات للتطبيقات.

Web, social network, instant messaging, Voiceover-IP (VoIP)

video streaming, distributed games, peer to peer (p2p)

file sharing, television over the Internet.

وفي تطبيقات نقل على الـ end system ومسؤول عن نقل البيانات بينهم ولا تعمل

على الـ packet switches in network core.

API: Application programming interface.

hooks: allow sending and receiving app programs.



### 3. What is protocol?

هو الطريقة التي يتم من خلالها تعريف وترتيب شكل البيانات التي يتم إرسالها من خلال ال Internet وال action التي تحدث عند استلامها.

human protocol (1-8) network protocol (أنظر الرسم)

### [2] The Network Edge.

we look to edge network. and Components

end systems:-

- desktop computers pc, Macs, linux boxes.
- servers web, e-mail servers
- mobile computers laptops, smartphones, tablets.
- end systems = host
- hosts :- Clients + servers

#### 1. Access networks.

• edge router:-

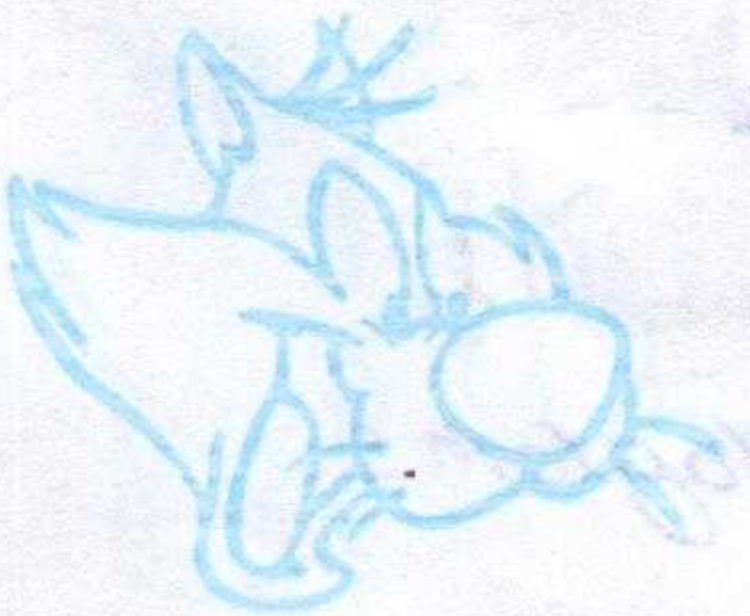
هو أول router يقع بين ال home network وبين ال Core network و edge network (أنظر 11-1)

in The home network, mobile network, institutional network

#### • DSL (digital subscribing line):-

• takes digital data and Translates it to high frequency tones for transmission over telephone wires to central office, the analog signals from many such houses are translated back into digital format at the DSLAM (أنظر 12-1)

- use existing telephone line to central office
- DSLAM:-





- data over DSL phone line goes to Internet
- Voice over DSL " " " " telephone net

The residential telephone line carries both data and traditional telephone signals simultaneously, which are encoded at different frequencies:-

- A high-speed downstream channel,  $50\text{ kHz} \dots 1\text{ MHz}$
- A medium-speed upstream channel,  $4\text{ kHz} \dots 50\text{ kHz}$
- An ordinary two-way telephone channel,  $0 \dots 4\text{ kHz}$

وهذا يعني أنه كلما كان هناك 3 قنوات منفصلة ويمكن مشاركة DSL في نفس الوقت

(انظر 13-1)

↳ frequency division multiplexing: different channels transmitted in different frequency bands.

The DSL standards

- upstream ~~2.5~~ 2.5 Mbps
- downstream 24 Mbps

• HFC (Hybrid fiber Coax):-

كلا من Coax و fiber يصل في ال system

(انظر الرسم بالوجه 4)

• CMTS (cable modem termination system)

• upstream 2 Mbps

• downstream 30 Mbps

CMTS يقسم ال HFC إلى قناتين channel (upstream, downstream). له وليس له حق الوصول ال Central office

• home network :- [Ethernet] (انظر 16-1)

• عادة يستخدم في الشركات والجامعات و...

• 10 Gbps, 1 Gbps, 100 Mbps, 10 Mbps ... متوفر بالسرعات

• ال end system متوفر ب Ethernet switch



## • wireless LANs:-

من نطاق منزلي في البيت مثلاً

• 100 ft تعقل مساحة

• IEEE 802.11 b/g (wifi):  $R \leq 54 \text{ Mbps}$  تستخدم التقنية

## • wide-area wireless access:-

• للاتصالات الخلوية <sup>المتنقلة</sup> 1- كم (تقريباً) عشرات الكيلومترات

• السرعة بين 1 و 10 Mbps

• تحتوي على تقنية الـ 3G, (LTE; 4G) و معدل السرعة تزيد عن أميغا وقد وصل في الجيل الرابع إلى 10 ميجا بايت في الثانية

## 2. physical Media:-

• HFC يستخدم مزيج من الـ Coaxial, fiber  
• Ethernet, DSL يستخدم Copper wire كـ تقنية  
• mobile access يستخدم الـ radio spectrum

bits propagate between transmitter/receiver pairs.

و يتم إرساله عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية و النبضات الفوتونية عبر الـ physical media.

و تنقسم الـ physical media إلى قسمين

### 1. guided media.

• Twisted pair Copper (TP) (الطافون)  
• أنابيب من الأسلاك النحاسية المعزولة - ويتم استخدامها للخدمة التداخل الكهربائي  
• Category 5 :- 100 Mbps و 1 Gbps Ethernet  
• Category 6 :- 10 Gbps.

• Coaxial Cable (الطافون)

• أنابيب من الأسلاك النحاسية متحدة المركز بدلاً من موازية  
• وهو bidirectional يملك الاتجاهات... يمكن أن يرسل و الاستقبال  
• broadband :- HFC.  
• multiple channels on cable.



## Chapter 1-2

### Fiber-optic Cable:-

- glass fiber carrying light pulses, each pulse a bit

- سرعات عالية تصل إلى عشرات و مئات الـ Gpbs

- وتكون أقل تأثراً بالمؤثرات الخارجية ... فتكون بعيدة عن الـ noise

### 2. Unguided media :- radio.

تنتشر في الجو وفي الفضاء الخارجي.

• signal carried in electromagnetic spectrum

• no "wire"

• bidirectional

ثنائية الاتجاه

• انتشاره مثل الانعكاس والتداخل والامتصاص بالأجسام.

• terrestrial microwave

up to 45 Mbps channels

• LAN (wifi).

11 Mbps, 54 Mbps.

• Wide-area (Cellular

إقليمياً / تقوينة

3G cellular ~ few Mbps.

• satellite.

• 1 kbps to 45 Mbps channel.

• 270 msec (end-end) delay.

• مدارها حول الأرض بجانب وفوق بعض الأماكن التي

### [3] The Network Core:-

mesh of interconnected routers. or the mesh of

packet switches and links that interconnects the Internet's end systems.

### 1. packet switching:-

To send a message from a source end system to a destination end system, the source breaks





long messages into smaller chunks of data known as packets.

- packets are transmitted over each communication link at a rate equal to the full transmission rate of the link.

• store-and-forward Transmission

it means that the packet switch must receive the entire packet before it can begin to transmit the first bit of the packet onto the outbound link.

المسار ~~المسار~~ ٣ حزمات يتألف كل منها  $L$  bit. وتتم واحدة واحدة فيجب على ال Router أن يقوم بقبول ال store أولاً حتى تحصل كل ال bits فيستطيع أن ينفذها forward إلى out bound link.

من هذه النقطة  $\rightarrow$  هنا نقوم بتجاهل ال propagation delay ... الوقت الذي يستغرقه ال bits to travel across the wire at near the speed of light

$$\frac{2L}{R} = \text{end-end delay في المسار}$$

$$\Rightarrow d_{\text{end-to-end}} = N \frac{L}{R}$$

number of links / packet  $\rightarrow N$

bits per packet  $\rightarrow L$

Rate of transmission.  $\rightarrow R$

$$d_{\text{prop}} = \frac{\text{مسافة}}{\text{سرعة}}$$

$$d_{\text{trans}} = \frac{\text{مسافة}}{\text{سرعة}} = \frac{L}{R}$$

$P_1, P_2, P_3$

Source:  $P_1, P_2, P_3$

R: -

Des: -

$\frac{L}{R}$   
 $P_2, R$   
 $P_3, P_1$

$\frac{2L}{R}$   
 $P_3$   
 $P_2, P_1$

$\frac{3L}{R}$   
 $P_3$   
 $P_1, P_2$

$\frac{4L}{R}$   
 $P_1, P_2, P_3$



• queuing delay, loss:-

- queue of packets waiting for output link

- packet ~~is~~ is arriving and may find that the buffer is completely full with other packets waiting for transmission, the packet loss will occur or one of the already-queued packets will be dropped

سے من الر سم :- (1-25)

Hosts A, B send their packets along 100 Mbps Ethernet links to the first router.

The router then directs these packets to the 1.5 Mbps link.

• Forwarding Tables and Routing protocol. (1-26).

Forwarding: move packets from router's input to appropriate router output

في الأنترنت - كل جهاز لديه IP خاص به ... في ال packet يتوقع كلاً من IP ال source وال destination ... في Router على جدول بكل الأجهزة المتصلة به وعندما تصل ال packet يبدأ بتوجيهها إلى Router آخر وهكذا ... حتى تصل إلى ال destination.

routing: determines source - destination router taken by packets.

- يمكن أن يكون يستخدم المسار الأقصر من كل Router إلى Destination واستخدام أقصر المسار لتكوين جدول ال forwarding

هناك طريقتين لنقل البيانات

• Circuit switching

• packet switching



## 2. Circuit switching:

كل link يحتوي على 4 circuits

- عادة يستخدم في شبكات الهاتف التقليدية traditional telephone

- dedicated resources (no sharing).

- circuit segment idle if not used by call (no sharing).

⇒ Call gets 2<sup>nd</sup> circuit in top link and 1<sup>st</sup> circuit in right link.

## Multiplexing

⇒ FDM frequency-division Multiplexing.

يتم تقسيم التردد إلى عدة ترددات ... ولكل مستخدم يرسل على التردد الخاص به

⇒ TDM Time division Multiplexing

يتم تقسيم الزمن وكل مستخدم يستخدم الزمن للدلالة على نفس التردد.

مقارنتين ←

• packet switching

• circuit switching

these resources are not reserved, a session's messages use the resources on demand, and as a consequence may have to wait (that is, queue) for access to a communication link).

The resources needed along path (buffers, link transmission) to provide for communication between the end systems are reserved for the duration of the communication session between the end systems.



# Chapter 1-3

بافت المقارنة

## packet

- allow more users to use networks.
- great for bursty data.
- simpler, no call setup
- resource sharing.
- excessive congestion possible
  - packet delay and loss
- protocol needed for reliable data transfer, congestion control.

## Circuit

- 10 users. (السرعة متوفرة دائماً)
- bandwidth guarantees needed for audio/video apps

ex - human analogies of reserved resource.

مثال:

- with circuit switching, 100 kbps must be reserved for each user at all time. with TDM if a one-second frame is divided into 10 time slots of 100 msec each, then user would be allocated one time slot per frame. Thus, the circuit switched link can support only 10 ( $= 1 \text{ Mbps} / 100 \text{ kbps}$ ) simultaneous users.

عيوب:

عزلة الخدمة للخدمات مثل المكالمات الهاتفية  
التي لا يوجد فيها أي نوع من التشارك في الموارد

- 1) it offers better sharing of transmission capacity than
- 2) it is simpler, more efficient and less costly

• with 35 users, probability > 10 active at the same time is less than  $0.0004$ .

يتم تقسيم السرعة على كل المستخدمين

ex - on demand allocation

- With packet switching. The probability that a specific user is active is 0.1 (that is, 10 percent). if there are 35 users, the probability that there are 11 or more simultaneously active users is  $\approx 0.0004$ .

when there are 10 or fewer active users (with probability 0.9996).



## • Network of Networks.

- End systems connect to ~~ISP~~ Internet via ISPs (Internet service providers).
- Access ISPs in turn must be interconnected so that any two hosts can send packets to each other.
- Resulting network of network is very complex

1 - ~~Given~~ millions of access ISPs

- Connect each access ISP to every other access ISP  $O(N^2)$  connections

or - Connect each access ISP to a global transit ISP:

Customer and provider ISPs have economic agreement.

but if one global ISP is viable business, there will be competitors

but if one global ISP is viable business There will be competitors --- which must be interconnected.

and regional networks may arise to connect access nets to ISPs

and connect provider networks may run their own network, to bring services, content close to end users.





#### [4] delay, loss, throughput in networks

- packet arrival rate to link (temporarily) exceeds output link capacity.
- packets queue, wait for turn.

1- Delay (between two router only) =  $d_{\text{node}}$ .  
 ↳ عند ال node الواحدة

$$d_{\text{node}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

•  $d_{\text{proc}}$  : node processing

- check bit errors "التأكد من سلامة packet"
- determine output link
- typically < msec.

•  $d_{\text{queue}}$  : queueing delay

حيث يتم تخزين ال packet داخل Queue  
 ويتم حل مشكلة ال Queue الزيادة حجم ال Queue  
 (وضع Checker على بداية ال Queue لتنظيم عناصره حتى يمرر  
 ال packet المراد والمستقبل)

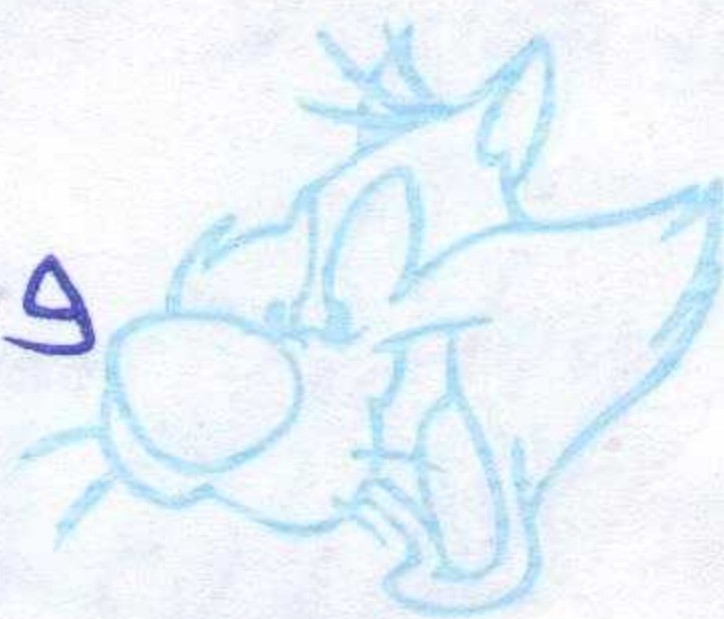
- time waiting at output link for transmission
- depends on congestion level of router.

•  $d_{\text{trans}}$  : transmission delay:

أي الوقت المستغرق في إرسال ال packet ذات  
 $L$  - packet length (bits)      $R$  - link bandwidth (bps).

$$d_{\text{trans}}(s) = \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bps)}}$$

ويوقف هذا النوع على نوع ال Link





$d_{prop}$  :- propagation delay :-

زمن انتشار ال bits داخل ال communication link  
 - يعتمد على السرعة - المسافة بين ال Router 2 أو انتشار ال bit داخل ال Transmission media

1.  $d$  :- length of physical link

$s$  :- propagation speed in medium ( $\sim 2 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

$$d_{prop}(s) = \frac{d(m)}{s(m/s)}$$

Comparing Transmission and propagation Delay  
 - CarVan analogy :- car ~ bit & Caravan ~ packet

$$s = 100 \text{ km/hr}$$

$$d_{trans} = 12 \text{ sec.}$$

$$d = 100 \text{ km.}$$

$$d_{trans} \text{ for 10 cars} = 12 \text{ sec} * 10 \text{ cars} = 120 \text{ sec.}$$

$$d_{prop} = d/s = 100 \text{ km} / (100 \text{ km/hr}) = 1 \text{ hr}$$

$$\text{Total time} = 1 \text{ hr} + 120 \text{ sec} = 62 \text{ minutes.}$$

علشان ال ١٠ عربيات نفدي من النقطة الأولى محتاجة 10 mins ~~10 mins~~

وعشان أول عربيه توصل لـ النقطة الثانية محتاجة 6 mins

$$- d_{trans} \text{ for 10 cars} = 10 \text{ cars} * 1 \text{ min} = 10 \text{ mins.}$$

$$- d_{prop} = d/s = 100 \text{ km} / 1000 \text{ km/hr} = 0.1 \text{ hr} = 6 \text{ mins}$$

$$\text{Total time} = 16 \text{ mins.}$$

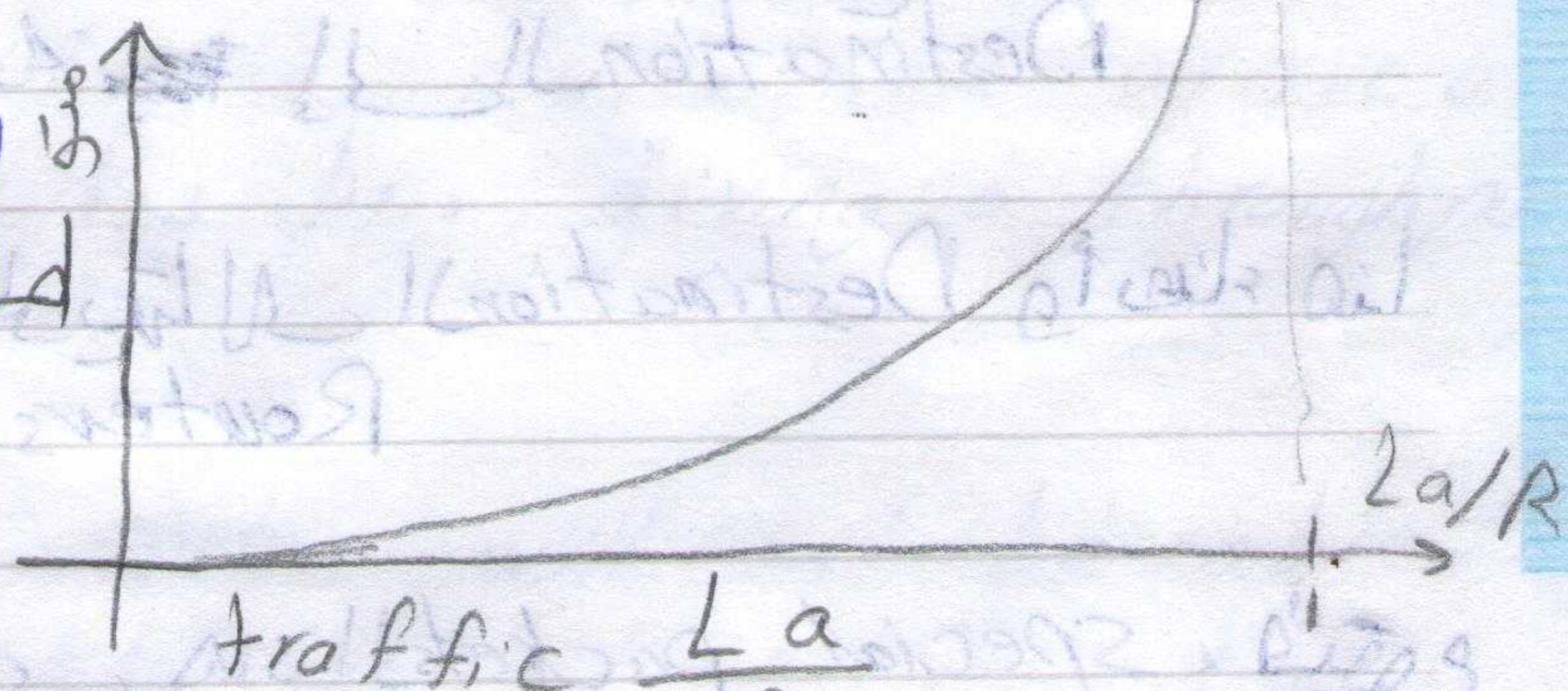




## chapter 1-4

## 2- Queueing delay.

- $R$ : link bandwidth (bps)
- $L$ : packet Length (bits)
- $a$ : average packet arrival rate.



$$La/R \sim 0 \quad - \quad La/R \rightarrow 1 \quad R - LaR \geq 1$$

- عند نقل packet فالأول سوف لن يعاني من أي queueing delay.
- في حين الأخير سوف يعاني من large queueing delay.
- كلما قل الوقت الذي يستغرقه packet كل  $\frac{La}{R}$  قل ال queueing delay.

## • packet loss:-

- queue preceding link in buffer has finite capacity
- packet arriving to full buffer dropped (lost).
- lost packet may be ~~re~~ transmitted by previous node, by source end system, or not at all.

the lost packet may be retransmitted on an end-to-end basis in order to ensure that all data are eventually transferred from source to destination.

## 3- Traceroute program:-

برنامج متتبع :-

what do "real" Internet delay & loss look like?

Traceroute is a simple program that can run in any Internet host to provides delay measurement from S to D



Date: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_  
- عندما يحدد المستخدم ال Destination ... البرنامج في ال source يرسل عدة packet خاصة ~~في~~ إلى ال Destination

- هذه ال packets تسمى في طريقها إلى ال Destination وأثناء هذا الطريق فإنها تمر في عدة Routers

- عندما يتعلق ال Routers إحدى هذه ال special packets ، فيقوم بإرسال رسالة قصيرة تحتوي على Router address , name لل source.

- يتم تحديد التأخير هنا وأحياناً إلى جميع ال Routers ... ويتم تكرار هذه التجربة 3 مرات لذلك يتم إرسال 3 packets.

slides 1-49

← في المثال :-

- تم إرسال رسالة من جامعة ماساتشوستس إلى جامعة البوليتكنيك في بروكلين

- السطر الأول يعبر عن ال delay الأخوية عند تج 4 البرنامج trace route

- الثاني :- ثم جهاز Routers ~~address~~

- الثالث :- هو address تابع ال Routers

- الثامن :- trans-oceanic link

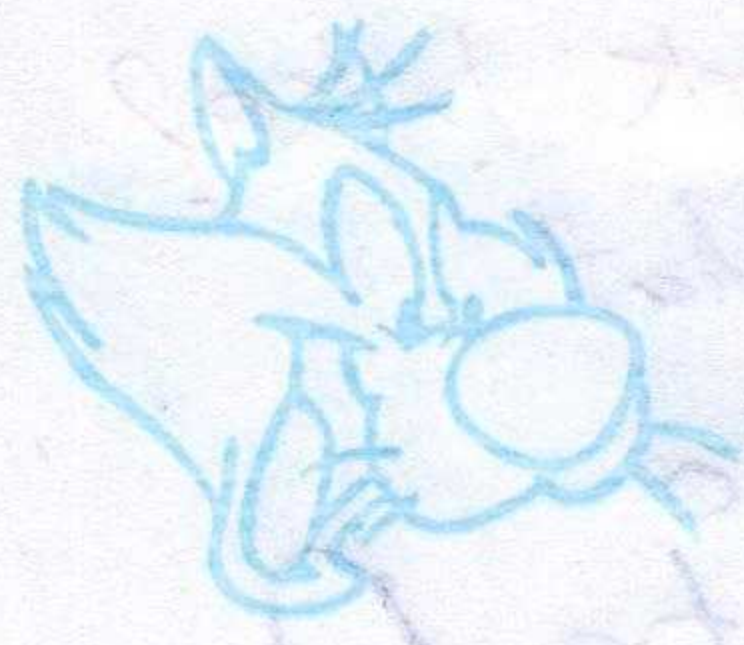
- no response (lost, router not replying). \* \* \*

## 4 - Through put in Computer Networks.

Throughput: rate at which bits transferred between sender/receiver

$R_s$  :- the rate of the link between the server and the router

$R_c$  :- the rate of the link between the router and client.





•  $R_s < R_c$ , then the bits pumped by the server will "flow" right through the router and arrive at the client at rate  $R_s$  bps, giving a throughput of  $R_s$  bps.

•  $R_c < R_s$ ; then the router will not be able to forward bits as quickly as it receives them. In this case, bits will only leave the router at rate  $R_c$ , giving an end-to-end throughput of  $R_c$ .

سرعة النقل هي السرعة المخفضة  $\min\{R_c, R_s\}$

• 10 servers and 10 clients connected to the core of the computer network.

The end-end throughput =  $\min\{R_c, R_s, \frac{R}{10}\}$   
 عادة يكونوا أضعف  $R_c, R_s$  (bottleneck)  $R$

## [5] protocol layers and Their service Models.

Networks are complex with many "pieces" to organizing structure of network, we made a protocol.

### II Layered Architecture

Air travel:-

من مطار إلى مطار

• protocol layering:-

كل جهاز (sender - receiver) يتولى على نفس عدد ال layer  
 ولكل layer وظائفها وكل layer مخصصة إلى قسمين  
 جزء خاص بال sender وجزء خاص بال receiver





- a. Five-layer Internet protocol stack (1-59)  
 b. seven-layer ISO OSI reference model (1-60).

a.) .send (end system) :- { application - Transport }

. router { Network - link - physical }.

. switch { link, physical }.

### Application Layer:

- مسئلة عن ال Apps الوجودية عند ال end-system وال data الى يتعامل معها اسمها Message.
- كل App لديه Protocol يتعامله وعباره عن مجموعة من ال messages.

HTTP :- web site

FTP :- mail

### Transport Layer:

- مسئلة عن تحديد الطريقة التي يبع بها نقل ال message.

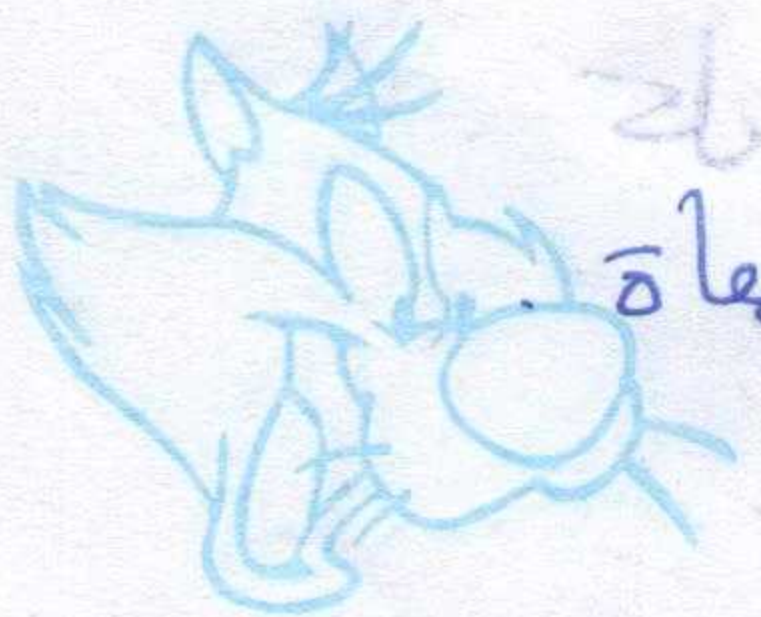
Tcp :- Connection oriented - حدد المسار والطريقة لنقل ال data

UDP :- Connection less - مش يهتم بالمسار والطريقة.

### Network layer:

تنظيم عمليات ارسال البيانات عن ال Network عن طريق اختيار المسار المناسب للبيانات

Ip protocol :- تحديد عنوان ال end-system الى يتعامل معه.





## Chapter 1-5

### link layer:-

بتحضر ال Frame ... (سوية datagrams مع بعض واحد)  
على عنوانه ويعتبرها لا (physical layer)

### physical layer:-

تأخذ ال frame وتفرقه لـ series of bits و تبعتها واحدة  
واحدة. ليس على ال (wire) ~~link~~

### b) ISO / OSI reference model.

all layer in a  $\boxed{+}$

### presentation Layer:-

لضغط البيانات وتشفيرها. ثم دمجها مع ال  
application Layer.

### session layer:-

يعمل ال check على ال data حتى يتأكد أنها سليمة

ويعمل check ال system للتأكد من وصولها سليمة و  
ثم دمجها مع ال Transport layers

### 2 Encapsulation:-

(انظر 1-6) ال switch ترعى من ال Router ومن يفعل  
عن انه ينقل من ال I/P لـ O/P

From switch layer 1-2 and router implement layer 1:3.  
This mean, that Internet router are capable of  
implementing the ip protocol (a layer 3 protocol)  
while link-layer switches are not.





We'll see that while link-layer switches don't recognize IP addresses, they are capable of recognizing layer 2 addresses, such as Ethernet addresses.

in figure 1-61 :-  $H_t$  :- the transport layer takes the message and appends additional information is called transport-layer header information.

$H_t$  :- will be used by the receiver-side transport layer. -

The  $H_t + M$  = application layer message + transport layer header information = segment  
The transport layer  
{ segment }

~~in figure 1-61~~

$H_t$  :- Contains information of the receiving-side transport layer to deliver the message up to the appropriate application and error-detection <sup>bits</sup> that allow the receiver to determine whether bits in the message have been changed in router.

in figure 1-61 :-  $H_n$  :- the network-layer takes the segment and adds the network-layer header information.





$H_n$  :- Contains the source and destination end system addresses, Creating a network-layer datagram.

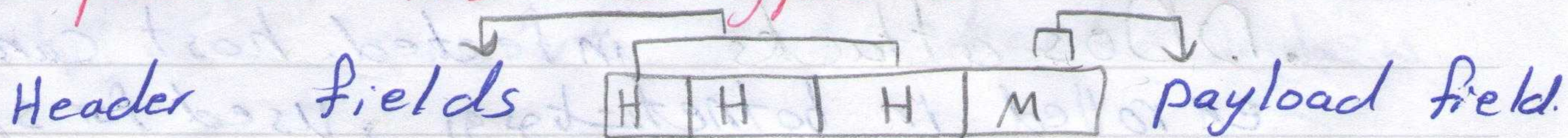
The  $H_t$  (transport layer header information) +  
 $M$  (application layer message) + } segment +  
 $H_n$  (network layer header information) =  
 Datagram. (network layer Datagram).

وبالمنطق :- link layer

link layer header information :-  $H_l$  مع إضافة  $H_n$

and Create the Frame.

The packet has two types of fields :-



## 6 Networks under Attack:-

• Network security :-

- field of network security:-

- كيف bad guys يهاجم ال computer network  
 - كيفية الدفاع عن هذه الحواسيب - كيفية تأمينها من الهجمات

- Internet not originally designed with (much) security:

- a group of mutually trusting users attached to a transport network

- جزء موجود في كل layer و جزء عام يشمل الشبكة ككل



## Bad guys:-

malware can get in host from:-

أنواع المهاجم

① Virus :- self-replicating infection  
قابل للتكاثر الذاتي بمجرد وصوله للجهاز  
by receiving / executing object

② Worm :- self-replicating by passively  
receiving object that gets it self  
executed تنفيذ

spyware malware:-

can record keystrokes, web sites visited,  
upload info to collection site

attacker

يأخذ البيانات الشخصية لل user من كل Host الكاشف ويحولها

DDos attacks infected host can be  
enrolled in botnet-روبوتات, used for spam.

Dos (Denial of service).

وجود attacker واحد فقط مهاجم server (غير فعال)

DDos (Distributed Dos).

أي وجود أكثر من attackers لكي يستطيع مهاجمة server

packet "sniffing".

يستخدم المهاجم Host عن طريق جولة من packets إلى source  
تباعاً عن عروق. address

IP spoofing

send packet with false source  
address.